



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007145261/09, 05.12.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.12.2007

(43) Дата публикации заявки: 10.06.2009

(45) Опубликовано: 27.09.2009 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2192703 C1, 26.02.2001. RU 2231203 C2,
20.06.2004. SU 657558 A1, 15.04.1979. SU
866681 A1, 23.09.1981. GB 2189952 A,
04.11.1987. US 5859514 A, 12.01.1999. FR
2733863 A1, 08.11.1996. JP 3173374 A,
26.07.1991. EP 0621680 A1, 26.10.1994. WO
0101559 A1, 04.01.2001.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19,
ГОУ ВПО "Уральский государственный
технический университет - УПИ", Центр
интеллектуальной собственности, Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Зюзов Анатолий Михайлович (RU),
Нестеров Константин Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

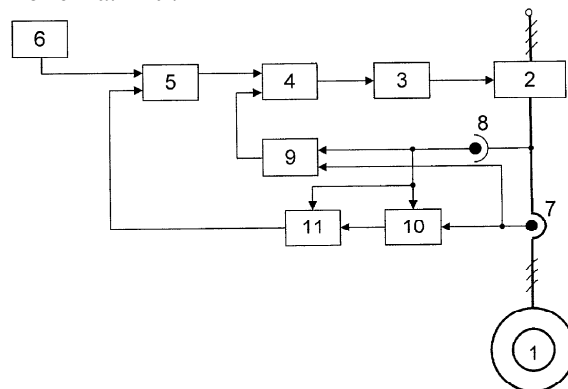
Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Уральский государственный
технический университет - УПИ" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ПЛАВНОГО ПУСКА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано для плавного пуска и регулирования скорости асинхронных тиристорных электроприводов общепромышленного применения, а именно для привода вентиляторов, компрессоров, насосов, шлифовальных машин, транспортеров, механизмов горизонтального перемещения подъемно-транспортных машин и др. Техническим результатом является повышение качества регулирования скорости асинхронного двигателя без датчиков момента и частоты вращения. Устройство плавного пуска содержит тиристорный преобразователь напряжения, блок управления, блок регулятора частоты вращения, блок задания частоты

вращения, измеритель частоты вращения двигателя, выполненный на основе измерителя ЭДС статора с датчиками тока и напряжения двигателя, блок измерения электромагнитного момента и блок регулятора электромагнитного момента. 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

H02P 1/28 (2006.01)*H02P 27/16* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007145261/09, 05.12.2007**(24) Effective date for property rights:
05.12.2007(43) Application published: **10.06.2009**(45) Date of publication: **27.09.2009 Bull. 27**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, K-2, ul. Mira, 19, GOU
VPO "Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet - UPI", Tsentr intellektual'noj
sobstvennosti, T.V. Marks**

(72) Inventor(s):

**Zjuzev Anatolij Mikhajlovich (RU),
Nesterov Konstantin Evgen'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovaniya
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet - UPI" (RU)**

(54) DEVICE FOR SMOOTH START OF INDUCTION MOTOR

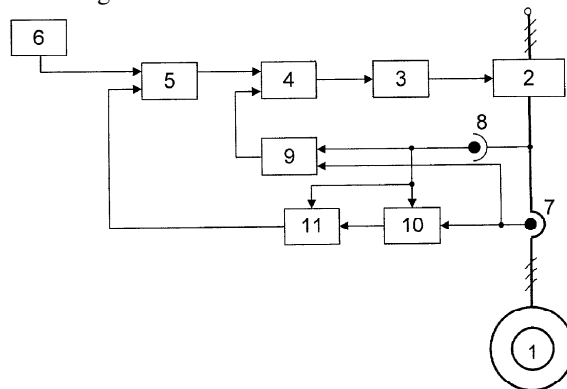
(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention is related to the field of electric engineering and may be used for smooth start and speed control of induction thyristor electric drives of common industrial application, namely for drive of fans, compressors, pumps, polishing machines, transporters, mechanisms of horizontal displacement of lifting transport machines, etc. Device of smooth start comprises thyristor voltage converter, control unit, unit of rotation frequency controller, unit of rotation frequency setting, metre of motor rotation frequency made on the basis of stator EMF metre with detectors of motor current and voltage, unit of electromagnet torque measurement and unit of electromagnet torque controller.

EFFECT: higher quality of induction motor speed control without detectors of torque and rotation frequency.

1 dwg



Известны тиристорные устройства плавного пуска асинхронного двигателя, в которых пуск двигателя осуществляется путем формирования определенной временной диаграммы напряжения на статоре двигателя. Известны также устройства плавного пуска, содержащие в своей структуре контур тока и реализующие пуск двигателя путем поддержания тока статора на заданном уровне. Основным назначением этих устройств является обеспечение безударного запуска и останова двигателя.

Наиболее близким к предлагаемому устройству является устройство плавного пуска, содержащее тиристорный преобразователь напряжения, включенный между статорной обмоткой двигателя и питающей сетью, датчики тока и напряжения, блок измерения электромагнитного момента, входы которого подключены к выходам датчиков тока и напряжения, и регулятор электромагнитного момента, вход обратной связи которого соединен с выходом блока измерения электромагнитного момента, а выход соединен с управляющим входом тиристорного преобразователя напряжения (патент US №5859514, кл. H02P 1/26, H02P 1/28, H02P 27/02, прототип).

Недостатком этого устройства является отсутствие возможностей регулирования скорости двигателя и обеспечения заданного темпа разгона привода при изменяющихся параметрах нагрузки.

Задачей изобретения является повышение качества регулирования скорости двигателя в асинхронных электроприводах с тиристорным управлением без датчика частоты вращения на валу.

Решение указанной задачи достигается тем, что устройство плавного пуска, содержащее тиристорный преобразователь напряжения, включенный между статорной обмоткой двигателя и питающей сетью, датчики тока и напряжения, блок измерения электромагнитного момента, входы которого подключены к выходам датчиков тока и напряжения, и регулятор электромагнитного момента, вход обратной связи которого соединен с выходом блока измерения электромагнитного момента, а выход соединен с управляющим входом тиристорного преобразователя напряжения, дополнительно снабжено блоком задания частоты вращения, функциональным блоком, датчиком ЭДС статора и регулятором частоты вращения, один вход которого соединен с выходом блока задания частоты вращения, а другой вход - с выходом функционального блока, причем выход регулятора частоты вращения соединен с управляющим входом регулятора электромагнитного момента.

Блок измерения электромагнитного момента выполнен с возможностью реализации зависимости

$$m = \frac{1}{T k_m} \int_0^T (u_s i_s - R_s i_s^2) dt,$$

где m - электромагнитный момент двигателя;

T - период напряжения сети;

k_m - масштабный коэффициент;

u_s - мгновенное значение напряжения на статоре двигателя;

i_s - мгновенное значение тока двигателя;

R_s - величина активного сопротивления фазы обмотки статора.

Входы датчика ЭДС статора подключены к выходам датчиков тока и напряжения, а выход - к первому входу функционального блока, второй вход которого подключен к выходу датчика напряжения, причем функциональный блок реализует получаемую расчетным или экспериментальным путем зависимость:

$$\omega = 1 - \frac{1 + \sqrt{1 - \left[1 - \frac{1}{2m_k(1 - \sigma)X_s a_r S_k} \left(\frac{E_s}{U_s} \right)^2 \right] \left[1 + a_r^2 - \frac{S_k}{2m_k(1 - \sigma)X_s a_r} \left(\frac{E_s}{U_s} \right)^2 \right]}}{1 - \frac{1}{2m_k(1 - \sigma)X_s a_r S_k} \left(\frac{E_s}{U_s} \right)^2},$$

где ω - вычисленное значение частоты вращения;

U_s - действующее значение напряжения фазы двигателя;

E_s - действующее значение ЭДС фазы двигателя;

m_k - значение максимального момента электродвигателя;

σ - полный коэффициент рассеяния двигателя;

X_s - полное индуктивное сопротивление фазы двигателя;

a_r - коэффициент затухания роторных цепей при разомкнутом статоре;

S_k - критическое скольжение двигателя.

На чертеже приведена структурная схема устройства плавного пуска асинхронного двигателя.

Устройство плавного пуска асинхронного двигателя 1 содержит тиристорный преобразователь напряжения 2, снабженный выводами для подключения к сети, а выходом присоединенный к статорным обмоткам асинхронного двигателя.

Управляющий вход тиристорного преобразователя подключен к выходу блока 3 управления, вход которого соединен с выходом блока 4 регулятора электромагнитного момента. Вход обратной связи блока 4 регулятора электромагнитного момента соединен с выходом блока 9 измерителя электромагнитного момента, входы которого подключены к выходам датчиков тока 7 и напряжения 8 двигателя. Вход управления блока 4 регулятора электромагнитного момента подключен к выходу блока 5 регулятора частоты вращения. Вход управления блока 5 регулятора частоты вращения связан с выходом датчика 6 частоты вращения, а вход обратной связи - с выходом функционального блока 11. Входы функционального блока 11 подключены к выходам датчиков напряжения 8 и ЭДС 10 статора двигателя. В блоке 9 измерителя электромагнитного момента реализована зависимость:

$$m = \frac{1}{T k_m} \int_0^T (u_s i_s - R_s i_s^2) dt,$$

где m - электромагнитный момент двигателя;

T - период напряжения сети;

k_m - масштабный коэффициент;

u_s - мгновенное значение напряжения на статоре двигателя;

i_s - мгновенное значение тока двигателя;

R_s - величина активного сопротивления фазы обмотки статора.

Входы датчика ЭДС статора 10 подключены к выходам датчиков тока и напряжения, а функциональный блок выполнен с возможностью реализации получаемой расчетным или экспериментальным путем зависимости:

$$\omega = 1 - \frac{1 + \sqrt{1 - \left[1 - \frac{1}{2m_k(1 - \sigma)X_s a_r S_k} \left(\frac{E_s}{U_s} \right)^2 \right] \left[1 + a_r^2 - \frac{S_k}{2m_k(1 - \sigma)X_s a_r} \left(\frac{E_s}{U_s} \right)^2 \right]}}{1 - \frac{1}{2m_k(1 - \sigma)X_s a_r S_k} \left(\frac{E_s}{U_s} \right)^2},$$

где ω - вычисленное значение частоты вращения;

U_s - действующее значение напряжения фазы двигателя;

E_s - действующее значение ЭДС фазы двигателя;

m_k - значение максимального момента электродвигателя;

σ - полный коэффициент рассеяния двигателя;

X_s - полное индуктивное сопротивление фазы двигателя;

a_r - коэффициент затухания роторных цепей при разомкнутом статоре;

S_k - критическое скольжение двигателя.

Устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии, когда сигнал задания частоты вращения остается неизменным, частота вращения двигателя соответствует заданной, а момент, развиваемый двигателем, равен моменту нагрузки, на выходах датчиков тока 7, напряжения 8 и ЭДС 10 статора появляются сигналы, пропорциональные току, напряжению и ЭДС статора двигателя, на выходе блока 9 измерителя электромагнитного момента появляется сигнал, пропорциональный значению электромагнитного момента двигателя, а на выходе функционального блока 11 - сигнал, пропорциональный частоте вращения ротора асинхронного двигателя.

Регулятор 5 частоты вращения, в котором определяется отклонение частоты вращения от заданного в блоке 6 значения, вырабатывает сигнал управления, зависящий от типа регулятора скорости и величины момента сопротивления на валу двигателя.

Регулятор 4 электромагнитного момента вырабатывает сигнал управления, зависящий от отклонения электромагнитного момента двигателя от заданного блоком 5 значения.

Блок управления 3 при этом обеспечивает на выходе тиристорного преобразователя 2 напряжение, достаточное для преодоления двигателем 1 нагрузки при заданной частоте вращения.

Изменение задания на частоту вращения приведет к изменению сигнала управления, в зависимости от которого блок управления 3 будет изменять углы открытия тиристорov, уменьшая или увеличивая напряжение на выходе преобразователя 2, в результате будет возрастать или уменьшаться ток, момент и частота вращения двигателя. Сигналы на выходах датчиков тока 7, напряжения 8 и ЭДС 10 статора и блока 9 измерения электромагнитного момента будут соответствовать значениям тока, напряжения, ЭДС статора и электромагнитного момента двигателя при новой частоте вращения, а сигнал на выходе функционального блока 11 - значению этой частоты вращения, что вызовет соответствующее изменение сигнала на выходе блока 5 регулятора частоты вращения, приводящее, в свою очередь, к изменению сигнала на выходе блока 4 регулятора электромагнитного момента. Процесс регулирования будет продолжаться до тех пор, пока на выходе блока 4 регулятора электромагнитного момента не установится сигнал, обеспечивающий на выходе тиристорного преобразователя напряжение, достаточное для преодоления двигателем нагрузки при заданной частоте вращения.

При изменении момента нагрузки и колебаниях напряжения сети поддержание заданной частоты вращения осуществляется аналогичным образом.

Технический результат, достигаемый от введения в известное устройство плавного пуска асинхронного двигателя датчика ЭДС статора, функционального блока и регулятора частоты вращения, заключается в улучшении качества регулирования скорости асинхронного электродвигателя без датчика частоты вращения на валу по сравнению с известным устройством.

Формула изобретения

Устройство плавного пуска асинхронного двигателя, содержащее тиристорный преобразователь напряжения, включенный между статорной обмоткой двигателя и питающей сетью, датчики тока и напряжения, блок измерения электромагнитного момента, входы которого подключены к выходам датчиков тока и напряжения, и регулятор электромагнитного момента, вход обратной связи которого соединен с выходом блока измерения электромагнитного момента, а выход соединен с управляющим входом тиристорного преобразователя напряжения, отличающееся тем, что устройство дополнительно снабжено блоком задания частоты вращения, функциональным блоком, датчиком ЭДС статора и регулятором частоты вращения, один вход которого соединен с выходом блока задания частоты вращения, а другой вход - с выходом функционального блока, причем выход регулятора частоты вращения соединен с управляющим входом регулятора электромагнитного момента, при этом блок измерения электромагнитного момента выполнен с возможностью реализации зависимости

$$m = \frac{1}{T k_m} \int_0^T (u_s i_s - R_s i_s^2) dt,$$

где m - электромагнитный момент двигателя;

T - период напряжения сети;

k_m - масштабный коэффициент;

u_s - мгновенное значение напряжения на статоре двигателя;

i_s - мгновенное значение тока двигателя;

R_s - величина активного сопротивления фазы обмотки статора, входы датчика ЭДС статора подключены к выходам датчиков тока и напряжения, первый вход функционального блока подключен к выходу датчика ЭДС, а второй вход - к выходу датчика напряжения, причем функциональный блок выполнен с возможностью реализации зависимости

$$\omega = 1 - \frac{1 + \sqrt{1 - \left[1 - \frac{1}{2m_k(1-\sigma)x_s a_r S_k} \left(\frac{E_s}{U_s} \right)^2 \right] \left[1 + a_r^2 - \frac{S_k}{2m_k(1-\sigma)x_s a_r} \left(\frac{E_s}{U_s} \right)^2 \right]}}{1 - \frac{1}{2m_k(1-\sigma)x_s a_r S_k} \left(\frac{E_s}{U_s} \right)^2},$$

где ω - вычисленное значение частоты вращения;

U_s - действующее значение напряжения фазы двигателя;

E_s - действующее значение ЭДС фазы двигателя;

m_k - значение максимального момента электродвигателя;

σ - полный коэффициент рассеяния двигателя;

X_S - полное индуктивное сопротивление фазы двигателя;

α_r - коэффициент затухания роторных цепей при разомкнутом статоре;

S_k - критическое скольжение двигателя.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50